

Список использованных источников

1. Логинов Ю. Н., Мысик Р. К. Непрерывные методы литья и прокатки в производстве контактного провода для железнодорожного транспорта // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2014. Т. 7. № 3. С. 316–326.
2. Инатович Ю. В., Постыляков А. Ю., Логинов Ю. Н., Зуев А. Ю. Затраты энергии при прокатке медной катанки на непрерывном литейно-прокатном агрегате // Производство проката. 2015. № 5. С. 42–45.
3. Логинов Ю. Н., Буркин С. П., Сапунжи В. В. Изучение упрочнения и разупрочнения магния с учетом анизотропии свойств // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 1999. № 6. С. 42–46.
4. Каменецкий Б. И., Логинов Ю. Н., Кругликов Н. А. Влияние условий бокового подпора на пластичность магния при холодной осадке // Технология легких сплавов. 2012. № 1. С. 86–92.
5. Логинов Ю. Н., Буркин С. П. Энергоемкость и энергосбережение в процессах пластической обработки специальных сплавов. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2006. 43 с.
6. Логинов Ю. Н., Буркин С. П. Энергосбережение в процессах прессования // Цветные металлы. 2002. № 10. С. 81–87.

УДК 621.314.211

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ СУХОГО ТРАНСФОРМАТОРА В ANSYS CFX

COOLING PROCESS MODELING OF DRY-TYPE TRANSFORMER IN ANSYS CFX

Кувалдин А. Е., Василевский Н. С., Полетаева Е. А., Денисов М. А.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
a.e.kuvaldin@urfu.ru

Kuvaldin A. E., Vasilevskiy N.S., Poletaeva E. A., Denisov M.A.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: описана упрощенная модель трехфазного трансформатора с принудительным воздушных охлаждением; приведено сравнение

экспериментальных и расчетных температур обмотки в опыте короткого замыкания.

Abstract: simplified model of a three phase transformer with forced air cooling described here, there is a comparison of experimental and calculated temperatures of the coils in a short circuit experiment.

Ключевые слова: сухой трансформатор; воздушное охлаждение; температура обмотки.

Key words: dry-type transformer; air cooling; coil temperature.

Отвод тепла, появившегося в результате потерь в сухом трансформаторе, производится в первую очередь за счёт циркуляции воздуха. Для электрооборудования с высокой степенью защиты (например, *IP54*) требуется интенсификация воздухообмена: принудительное воздушное охлаждение. Совершенствование системы охлаждения таких трансформаторов позволит рациональнее использовать электроэнергию (путём установки менее мощных вентиляторов), снизить металлоемкость конструкции (уменьшить свободное пространство, применяя направленную циркуляцию воздуха). Задача разработки приближенной модели для расчета процесса охлаждения сухого трансформатора с принудительной циркуляцией была поставлена организацией ООО «Эльмаш (УЭТМ)» как производителем данного вида продукции.

На данном этапе используется упрощенная конструкция, где трехфазная обмотка представлена тремя цилиндрами. Эта модель создана в учебных целях при проведении занятий по курсу «Научные инженерные расчёты в современных компьютерных программах» [1] с привлечением профильных специалистов.

Целью исследования является проверка адекватности расчета температур обмотки при воздушном охлаждении приближенной модели сухого трёхфазного трансформатора, произведённого на ООО «Эльмаш (УЭТМ)», с помощью пакета *ANSYS CFX*, сравнение полученных данных с результатами тепловых испытаний трансформатора. Характеристики трансформатора являются коммерческой тайной, поэтому здесь не представлены. Требовалось сравнить средние значения температуры поверхности обмоток,

полученные экспериментально, со значениями, рассчитанными в *ANSYS CFX*.

Геометрия модели представлена на рис. 1.

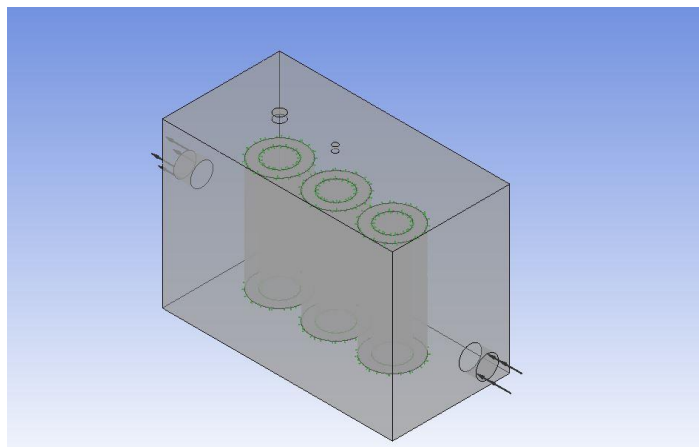


Рис. 1. Упрощенная модель трансформатора

Постановка задачи. Исследуется процесс теплообмена между поверхностью 3 цилиндров со сквозным отверстием и воздухом. Воздух с температурой 30 °С и скоростью 10,2 м/с подается в корпус трансформатора, после чего обтекает поверхности цилиндров (снаружи и изнутри); мощность тепловыделений обмотки 5830 Вт (тепловыделения равны потерям в трансформаторе). Следовательно, рассматривается теплообмен при граничных условиях третьего рода [2].

Среднее значение наружной температуры обмотки, полученной экспериментально, составляет $t_{\text{ср.н.}}=51,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, внутренней – $t_{\text{ср.вн.}}=66\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рассчитанное в *ANSYS* распределение температур представлено на рис. 2.

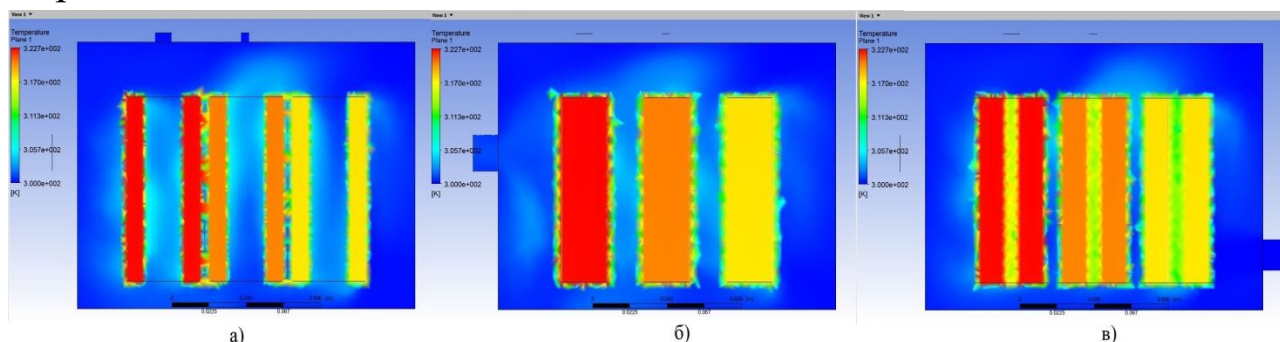


Рис. 2. Распределение температур. а) – среднее сечение, б) – сечение, ближе к вытяжному вентилятору, в) – сечение, ближе к нагнетающему вентилятору

Распределение скоростей представлено на рис. 3.

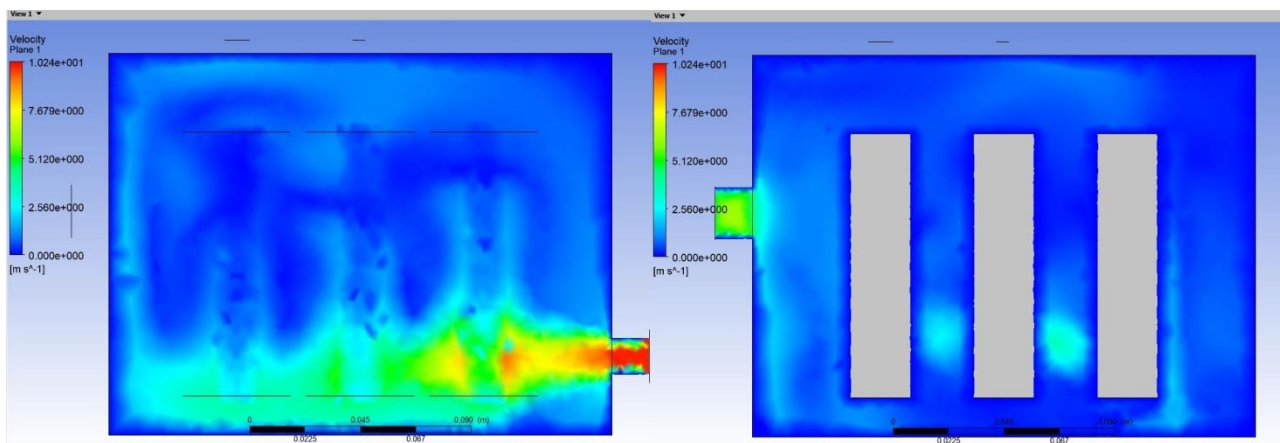


Рис. 3. Распределение скоростей. а) – сечение, ближе к нагнетающему вентилятору, б) – сечение, ближе к вытяжному вентилятору

Средняя температура поверхности обмоток согласно расчету составляет $t_{\text{ср.о.}}=46,8$ °С как внутри, так и снаружи обмоток. Но, с учетом того, что диаметр сквозного отверстия в цилиндре велик, по сравнению с реальным трансформатором, точность определения температуры внутренней поверхности обмоток не может быть достигнута в рамках данной модели. Что касается наружной температур – среднее значение отличается на 9,5 %, то есть при дальнейшем усовершенствовании модели её можно будет использовать в практических расчетах.

Планируется продолжение работы с применением дополнительных методик, в частности, описанных в [3].

Список использованных источников

1. Денисов М. А. Автоматизированное проектирование в ANSYS и в КОМПАС-3D: учебное электронное текстовое издание. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 264 с.
2. Королев В. Н. Тепломассобмен: учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2013. С. 126–128.
3. Денисов М. А. Разработка учебно-справочного комплекса проектного моделирования в пакете ANSYS Workbench // Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса. Екатеринбург : Уральский рабочий, 2013. С. 95–96.

УДК 621.565.95

ИСПЫТАНИЯ МИКРОКАНАЛЬНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ АППАРАТОВ